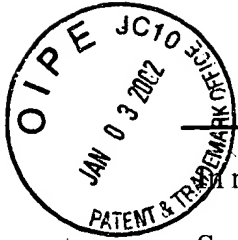


GP1745

X

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



re the application of: Tomoki KOBAYASHI *et al.*

Serial No.: 09/870,957 (CONFIRMATION NO. 9126)

Filed: May 30, 2001

For: APPARATUS FOR WARMING-UP FUEL
CELL

Attorney Docket No.: IIW-003

Group Art Unit: 1745

Examiner:

#2
RECEIVED
JAN 08 2002
TC 1700

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Certificate of First Class Mailing (37 CFR 1.8(a))

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on the date set forth below.

October 22, 2001

Date of Signature and of Mail Deposit

By:

Anthony A. Laurentano
Reg. No. 38,220
Attorney for Applicants

TRANSMITTAL LETTER AND CLAIM FOR
CONVENTION PRIORITY

Dear Sir:

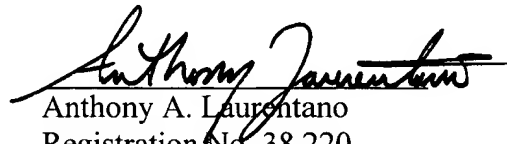
Pursuant to 35 USC § 119, Applicants request and claim the benefit of the filing dates of the prior foreign applications, Japanese Application No. 2000-160098 and Japanese Application No. 2001-058785, for filing in this case. A certified copy of these applications are enclosed in support of this claim. Applicants hereby expressly claim priority to the foregoing patent applications.

Re: U.S.S.N. 09/870,957 (CONFIRMATION NO. 9126)

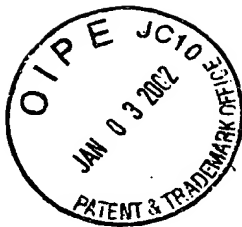
No costs are believed due in connection with the filing of this priority document. However, if there are any associated costs, please charge them to our Deposit Order Account No. 12-0080. We enclose a duplicate of this letter for that purpose.

Respectfully submitted,

LAHIVE & COCKFIELD


Anthony A. Laurentano
Registration No. 38,220
Attorney for Applicants

Lahive & Cockfield, LLP
28 State Street
Boston, MA 02109
(617) 227-7400
Date: October 22, 2001



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

IIW-003

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月30日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-160098

出 願 人

Applicant(s):

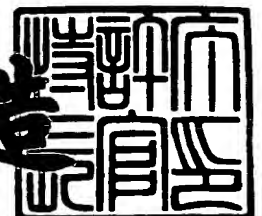
本田技研工業株式会社

RECEIVED
JAN 08 2002
TC 1700

2001年 5月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3044336

【書類名】 特許願

【整理番号】 H100088801

【提出日】 平成12年 5月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 8/10

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 小林 知樹

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 金沢 卓磨

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 島貫 寛士

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 縫谷 芳雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064414

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 磯野 道造

 【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池用ガス供給装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池に供給する供給ガスと該供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出ガスとして排出する燃料電池用ガス供給装置であって、

前記排出ガスを前記燃料電池の状態に応じて前記供給ガスに戻す排出ガス戻し手段を備えたことを特徴とする燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 2】 前記排出ガスの温度に応じて前記排出ガス戻し手段を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 3】 前記燃料電池と前記排出ガス戻し手段との間に前記燃料電池からの排出ガスを圧送する排出ガス圧送手段を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 4】 前記排出ガス圧送手段と前記排出ガス戻し手段との間に前記燃料電池からの排出ガスの圧力を制御する圧力制御手段を備えたことを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 5】 前記供給ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 6】 前記供給ガスの温度とこの供給ガスの目標温度を比較して前記圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 7】 前記排出ガス圧送手段から下流側へ吐出される吐出ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【請求項 8】 前記吐出ガスの温度が所定上限温度以上の場合は前記圧力制御手段により前記吐出ガスの圧力を低下することを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池用ガス供給装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空気中の酸素を利用して発電する燃料電池に使用される燃料電池用ガス供給装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、電気自動車の動力源などとして、クリーンでエネルギー効率の優れた燃料電池（固体高分子型燃料電池）が注目されている。例えば、特開平 7 - 2 4 0 2 2 0 号公報には、燃料電池に供給される水素及び酸素を循環して使用する燃料電池システムが開示されている。この燃料電池システムにおける酸素は酸化剤供給装置から供給されるが、燃料電池で未使用の残存酸素は酸素供給ラインに戻され循環使用される。水素についても同様であり、燃料供給装置から供給された水素のうち、燃料電池で未使用の残存水素は水素供給ラインに戻され循環使用される。このように酸素及び水素が循環使用されるのは、酸化剤供給装置及び燃料供給装置から純度の高い酸素及び水素が供給されるからである。

【 0 0 0 3 】

一方、周囲から空気を取り込み、空気中の酸素を燃料電池で使用する構成の燃料電池システムが知られている。この構成の場合、空気を循環使用すると空気中の酸素濃度が低下して行き（窒素濃度が上昇して行き）、燃料電池の効率が低下する。このため、燃料電池から排出された排出空気は循環することなく大気中に放散される。

【 0 0 0 4 】

ところで、燃料電池は、常温よりも高い温度（固体高分子型の場合は 8 0 ~ 9 0 ℃）で効率よく発電することができ、燃料電池が十分に温まっていないときは効率よく発電することができない。したがって、燃料電池の始動時に燃料電池を所定温度まで迅速に加熱（暖機）する必要がある。殊に、燃料電池が電気自動車に搭載される場合は一層迅速に暖機する必要がある。このため、周囲から空気を取り込むタイプの燃料電池システムでは、熱交換器を設けて、排出空気と供給空気とを熱交換することが行われる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、熱交換器では燃料電池の暖機を迅速に行うことができない。また、燃料電池は加湿しなければならないが、燃料電池を通流した空気を排出したのでは、燃料電池の内部に蓄えられた水分（残存している水分）が空気に同伴して排出されてしまうことになり、好ましくない。一方、燃料電池に供給されるのは空気であるため、特願平 7 - 2 4 0 2 2 0 号公報に記載の燃料電池システムのように排出した気体を常に循環使用する構成とすることはできない。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、燃料電池の暖機を迅速に行うことができると共に、燃料電池が蓄えている水を有効利用することのできる燃料電池用ガス供給装置を提供することを課題とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決した本発明のうち請求項 1 に記載の発明は、燃料電池に供給する供給ガスと該供給ガスを前記燃料電池で利用した後に排出ガスとして排出する燃料電池用ガス供給装置であって、前記排出ガスを前記燃料電池の状態に応じて前記供給ガスに戻す排出ガス戻し手段を備える燃料電池用ガス供給装置とした。

排出ガス戻し手段は、後述する発明の実施の形態では三方弁であり、燃料電池からの排出ガス（排出空気）をそのまま排出する排出位置と、供給ガス（供給空気）に戻す戻し位置に切り替わるようになっている。戻し位置に切り替わると排出ガスの循環サイクルが形成される。なお、燃料電池の状態に応じてとは、燃料電池の温度などに応じてという意味である。

この構成によれば、燃料電池の内部などに残存する水分を有効利用することができると共に、暖機を迅速に行なうことができる。

【 0 0 0 8 】

また、請求項 2 に記載の発明は、前記排出ガスの温度に応じて前記排出ガス戻し手段を制御する燃料電池用ガス供給装置とした。

例えば、排出ガスの温度が高ければ燃料電池の暖機が終了したとして、あるいは、燃料電池を保護するため、排出ガス戻し手段は排出位置に切り替えられる。また、例えば、排出ガスの温度が低ければ燃料電池の暖機が必要であるとして、

排出ガス戻し手段は戻し位置に切り替えられる。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 の構成において、前記燃料電池と前記排出ガス戻し手段との間に前記燃料電池からの排出ガスを圧送する排出ガス圧送手段を備える燃料電池用ガス供給装置とした。

この構成によれば、排出ガス圧送手段の断熱圧縮により発生する熱を燃料電池の暖機に使用することができるので、迅速な暖機を確実に行うことができる。なお、燃料電池などでは圧力損失が生じるが、この圧力損失を回復すべく排出ガス圧送手段で圧縮を行うと、断熱圧縮により圧力損失に見合う分の熱が発生する。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 の構成において、前記排出ガス圧送手段と前記排出ガス戻し手段との間に前記燃料電池からの排出ガスの圧力を制御する圧力制御手段を備える燃料電池用ガス供給装置とした。

この構成によれば、排出ガス圧送手段の圧力を制御することで排出ガスの温度上昇幅を設定することができる。例えば、圧力制御手段で排出ガス圧送手段の下流側の圧力（吐出圧）を上昇させると、排出ガスの温度上昇が増加する。逆の動作をすると、排出ガスの温度上昇が低減される。この温度上昇幅が設定された排出ガスは、排出ガス戻し手段により供給ガスに戻される。圧力制御手段がバタフライ弁などの圧力制御弁から構成される場合は、該圧力制御弁の開度を閉じると排出ガス圧送手段の下流側の圧力が上昇し、逆に開度を開くと排出ガス圧送手段の下流側の圧力が低下する。なお、圧力制御手段は、エンタルピーの変化が生じることなく（又は変化を小さくして）、排出ガスを通流させるものが好ましい。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 4 の構成において、前記供給ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御する燃料電池用ガス供給装置とした。

例えば、供給ガスの温度が高くなれば圧力制御手段により、排出ガス圧送手段の下流側の圧力を低下させる。一方、供給ガスの温度が低くなれば圧力制御手段により、排出ガス圧送手段の下流側の圧力を上昇させる。この構成によれば、燃料電池に供給される供給ガスを適切な温度とすることが可能になる。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 の構成において、前記供給ガスの温度とこの供給ガスの目標温度を比較して前記圧力制御手段を制御する燃料電池用ガス供給装置とした。

この構成によれば、燃料電池に適切な温度の供給ガスを供給することが可能になる。なお、供給ガスの目標温度は、燃料電池の種類や暖機の行い方などに応じて適宜設定することができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 7 に記載の発明は、請求項 4 の構成において、前記排出ガス圧送手段から下流側へ吐出される吐出ガスの温度に応じて前記圧力制御手段を制御する燃料電池用ガス供給装置とした。

例えば、吐出ガスの温度が高くなれば圧力制御手段により、排出ガス圧送手段の下流側の圧力を低下させる。一方、吐出ガスの温度が低くなれば圧力制御手段により、排出ガス圧送手段の下流側の圧力を上昇させる。この構成によれば、吐出ガスを適切な温度とすることが可能になる。なお、吐出ガスは排出ガス（燃料電池から排出されたガス）の一形態である。後述する発明の実施の形態では、吐出ガスの温度は、温度センサ T 2 で測定される。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 の構成において、前記吐出ガスの温度が所定上限温度以上の場合は前記圧力制御手段により前記吐出ガスの圧力を低下する燃料電池用ガス供給装置とした。

この構成によれば、排出ガス圧送手段から下流側へ吐出される吐出ガスの圧力を低下することにより、該吐出ガスの温度も低下する。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の燃料電池用ガス供給装置を、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

〔第 1 実施形態〕

先ず、第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。

この第 1 実施形態で参照する図面において、図 1 は第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図であり、図 2 は燃料電池の構成を模式化した説明図であり、図 3 はコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示す燃料電池システム F C S は、燃料電池 1、空気供給装置 2、水素供給装置 3、及び制御装置 4 などから構成される燃料電池 1 を中核とした発電システムである。なお、燃料電池用ガス供給装置 G S (G S 1) は、空気供給装置 2 及び制御装置 4 から構成される。ちなみに、この燃料電池システム F C S は、自動車（燃料電池電気自動車）に搭載されるものとする。

【 0 0 1 8 】

先ず、図 2 に示すように、燃料電池 1 は、電解質膜 1 c を挟んでカソード極側（酸素極側）とアノード極側（水素極側）とに分けられ、それぞれの側に白金系の触媒を含んだ電極が設けられ、カソード電極 1 b 及びアノード電極 1 d を形成している。電解質膜 1 c としては固体高分子膜、例えばプロトン交換膜であるパーフロロカーボンスルホン酸膜が使われる。この電解質膜 1 c は、固体高分子中にプロトン交換基を多数持ち、飽和含水することにより常温で 20Ω -プロトン以下の低い比抵抗を示し、プロトン導伝性電解質として機能する。なお、カソード電極 1 b に含まれる触媒は酸素から酸素イオンを生成する触媒であり、アノード電極 1 d に含まれる触媒は水素からプロトンを生成する触媒である。

【 0 0 1 9 】

また、カソード電極 1 b の外側にはカソード電極 1 b に酸化剤ガスとしての供給空気 A を通流するカソード極側ガス通路 1 a が設けられ、アノード電極 1 d の外側にはアノード電極 1 d に燃料ガスとしての供給水素 H を通流するアノード極側ガス通路 1 e が設けられている。カソード極側ガス通路 1 a の入口及び出口は空気供給装置 2 に接続され、アノード極側ガス通路 1 e の入口及び出口は水素供給装置 3 に接続されている。なお、この図 2 における燃料電池 1 は、その構成を模式化して 1 枚の単セルとして表現してあるが、実際の燃料電池 1 は、単セルを

200枚程度積層した積層体として構成される。また、燃料電池1は、発電の際に電気化学反応により発熱するため、燃料電池1を冷却する図示しない冷却装置を有する。

【0020】

この燃料電池1は、カソード極側ガス通路1aに供給空気Aが通流され、アノード極側ガス通路1eに供給水素Hが供給されると、アノード電極1dで水素が触媒作用でイオン化してプロトンが生成し、生成したプロトンは、電解質膜1c中を移動してカソード電極1bに到達する。そして、カソード電極1bに到達したプロトンは、触媒の存在下、供給空気Aの酸素から生成した酸素イオンと直ちに反応して水を生成する。生成した水及び未使用の酸素を含む供給空気Aは、排出空気Aeとして燃料電池1のカソード極側の出口から排出される（排出空気Aeは多量の水分を含む）。また、アノード電極1dでは水素がイオン化する際に電子 e^- が生成するが、この生成した電子 e^- は、モータなどの外部負荷Mを経由してカソード電極1bに達する。

【0021】

次に、図1に示すように、燃料電池用ガス供給装置GS1を構成する空気供給装置2は、エアクリーナ21、熱交換器22、加湿器23、コンプレッサ24、圧力制御弁25、三方弁26、流量センサQ、温度センサT1、T2、T3、湿度センサHなどから構成される。

【0022】

エアクリーナ21は、図示しないフィルタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側に供給される空気（供給空気A）をろ過して、供給空気Aに含まれるごみを取り除く。

【0023】

熱交換器22は、図示しない低温流体側流路及び高温流体側流路を備えるプレート式熱交換器やシェル&チューブ熱交換器などから構成され、燃料電池1のカソード極側から排出されコンプレッサ24で圧縮された空気（排出空気Ae）とエアクリーナ21でろ過した供給空気Aを熱交換する。この熱交換器22により、供給空気Aが加熱され燃料電池1に導入される。なお、燃料電池1は、80～

90℃程度の温度で運転される。このため、供給空気Aは、60～75℃に温度制御されて燃料電池1に導入される。この供給空気Aの温度制御の詳細は後述する。

【0024】

加湿器23は、図示しないベンチュリ、水貯蔵タンク、ベンチュリと水貯蔵タンクを接続するサイフォン管などから構成され（一種のキャブレタ）、水貯蔵タンクに貯蔵された加湿用の水をベンチュリ効果で吸い上げて噴霧し、供給空気Aを加湿する。加湿された供給空気Aは、燃料電池1のカソード極側に供給される。なお、サイフォン管には、ステッピングモータにより駆動して該サイフォン管を通流する水の流量を制御するニードルが挿入されている（サイフォン管とニードルでニードル弁を構成している）。このように、供給空気Aを加湿するのは、燃料電池1を加湿して図2に示す電解質膜1cが乾燥するのを防止するためである。ちなみに、電解質膜1cが乾燥するとプロトンの移動が阻害され起電力が低下する。一方、燃料電池1を加湿しすぎても、図2に示すカソード極側ガス通路1aや図示しない拡散層が水没して供給空気Aの通流が阻害され起電力が低下する。

【0025】

コンプレッサ24は、図示しないスーパーチャージャ（容積型の圧縮機）及びこれを駆動するモータなどから構成され、燃料電池1で酸化剤ガスとして使用された後の供給空気A、つまり燃料電池1のカソード極側から排出される排出空気Aeを吸引し、圧縮して吐出し後段の熱交換器22に送出する。このコンプレッサ24は、供給空気Aを吸引することにより、燃料電池1を負圧（大気圧以下の圧力）で運転する役割を有する。また、コンプレッサ24は、排出空気Aeを断熱圧縮することにより排出空気Aeの温度を高め、排出空気Aeを、供給空気Aを加熱するための熱源とする役割を有する。なお、コンプレッサ24から吐出された排出空気Ae（吐出直後の排出空気Ae）が、特許請求の範囲における吐出ガスである。

【0026】

圧力制御弁（圧力制御手段）25は、図示しないバタフライ弁及びこれを駆動

するステッピングモータなどから構成され、コンプレッサ 2 4 から吐出される排出空気 A e の圧力（吐出圧）を圧力制御弁 2 5 の開度を減少・増加することにより制御する。ちなみに、圧力制御弁 2 5 の開度を減少するとコンプレッサ 2 4 の吐出圧が高まり、これに対応して排出空気 A e の温度上昇幅が増加する。また、圧力制御弁 2 5 の開度を増加するとコンプレッサ 2 4 の吐出圧が低くなり、これに対応して排出空気 A e の温度上昇幅が減少する。

なお、圧力制御弁 2 5 はエンタルピー変化が少ない状態で排出空気 A e を通流させる。このため、圧力制御弁 2 5 を通流した後の排出空気 A e の温度低下は少ない。

【 0 0 2 7 】

三方弁（排出ガス戻し手段）2 6 は、図示しない電磁作動の流路切替器から構成され、排出空気 A e の流路を切り替えて、排出位置、戻し位置にする。三方弁 2 6 を排出位置にした場合には、排出空気 A e は空気供給装置 2 の系外に排出される。また、三方弁 2 6 を戻し位置にした場合には、排出空気 A e はエアクリーナ 2 1 と熱交換器 2 2 の間の供給空気 A のラインに戻される（循環サイクルが形成される）。この三方弁 2 6 がどのような条件で排出位置に切り替わるか、戻し位置に切り替わるかは後述する。

【 0 0 2 8 】

流量計 Q は、差圧流量計などから構成され、エアクリーナ 2 1 を通流した後（排出空気 A e の合流後）の供給空気 A の流量を検出し、検出信号を制御装置 4 に送信する。

【 0 0 2 9 】

温度センサ T 1 は、サーミスタなどから構成され、燃料電池 1 のカソード極側の入口における供給空気 A の温度を検出し、検出信号を制御装置 4 に送信する。

【 0 0 3 0 】

温度センサ T 2 は、温度センサ T 1 と同様にサーミスタなどから構成され、コンプレッサ 2 4 の出口における排出空気 A e （吐出ガス）の温度を検出し、検出信号を制御装置 4 に送信する。

【 0 0 3 1 】

温度センサT3は、温度センサT1、T2と同様にサーミスタなどから構成され、燃料電池1のカソード極側出口における排出空気Aeの温度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0032】

湿度センサHは、高分子膜系の湿度センサなどから構成され、燃料電池1のカソード極側入口における供給空気Aの湿度を検出し、検出信号を制御装置4に送信する。

【0033】

図1に示すように、水素供給装置3は、水素ガスボンベ31、レギュレータ32、水素循環ポンプ33、三方弁34などから構成される。

【0034】

水素ガスボンベ31は、図示しない高圧水素容器から構成され、燃料電池1のアノード極側に導入される供給水素Hを貯蔵する。貯蔵する供給水素Hは純水素であり、圧力は15～20MPaG（150～200kg/cm²G）である。なお、水素ガスボンベ31は、水素吸蔵合金を内蔵し1MPaG（10kg/cm²G）程度の圧力で水素を貯蔵する水素吸蔵合金タイプである場合もある。

【0035】

レギュレータ32は、図示しないダイヤフラムや圧力調整バネなどから構成され、高圧で貯蔵された供給水素Hを所定の圧力まで減圧させ、一定圧力で使用できるようにする圧力制御弁である。このレギュレータ32は、ダイヤフラムに入力される基準圧を大気圧にすると、水素ガスボンベ31に貯蔵された供給水素Hの圧力を大気圧近辺にまで減圧することができる。また、ダイヤフラムに入力される基準圧を負圧で運転している空気供給装置2の負圧部分の圧力にすると、水素ガスボンベ31に貯蔵された供給水素Hの圧力を当該負圧部分の圧力近辺にまで減圧することができる。第1実施形態では、水素供給装置3を大気圧以下の負圧で運転するため、レギュレータ32には、空気供給装置2のコンプレッサ24の吸入側の圧力が基準圧として入力される。ちなみに、水素供給装置3を大気圧以下の負圧で運転することにより、通流する水素が外部に漏洩するのを防止することができるので、燃費が向上する。

【 0 0 3 6 】

水素循環ポンプ 3 3 は、図示しないエジェクタなどから構成され、燃料電池 1 のアノード極側に向かう供給水素 H の流れを利用して、燃料電池 1 で燃料ガスとして使用された後の供給水素 H、つまり燃料電池 1 のアノード極側から排出され三方弁 3 4 を通流する排出水素 H e を吸引し循環させる。なお、排出水素を循環使用するのは、供給水素 H が、水素ガスボンベ 3 1 に貯蔵されている純水素だからである。

【 0 0 3 7 】

三方弁 3 4 は、図示しない流路切替器から構成され、排出水素 H e の流路を切り替えて、排出位置、戻し位置にする。三方弁 3 4 を排出位置にした場合には、排出水素 H e は水素供給装置 3 の系外に排出される。また、三方弁 3 4 を戻し位置にした場合には、排出水素 H e は水素循環ポンプ 3 3 に導かれる。

【 0 0 3 8 】

次に、燃料電池用ガス供給装置 G S 1 を構成する制御装置 4 は、図示しない C P U、メモリ、入出力インタフェース、A / D 変換器、バスなどから構成され、燃料電池システム F C S を統括的に制御すると共に、燃料電池 1 に供給する供給空気 A の流量、温度、湿度を制御する。制御装置 4 は、前記の通り各センサ Q, T 1, T 2, T 3, H からの検出信号を受信する。また、制御装置 4 は、加湿器 2 3、コンプレッサ 2 4、圧力制御弁 2 5、三方弁 2 6 に対する制御信号を送信する。以下、供給空気 A の (1) 流量制御、(2) 温度制御、(3) 湿度制御、及び (4) 流路切替制御を説明する。なお、制御装置 4 は、後述するように始動モードと通常モードの 2 つのモードを有し、始動モードでは三方弁 2 6 が戻し位置になり、通常モードでは排出位置になる。

【 0 0 3 9 】

(1) 流量制御について、制御装置 4 は、図示しないアクセルペダルなどの出力調整手段からの出力要求信号に基づいて、必要とする供給空気 A の目標流量をマップなどにより設定する。そして、目標流量が増加したときは、コンプレッサ 2 4 の吐出量（モータの回転数）を増加するように制御信号を生成しコンプレッサ 2 4 に送信する。一方、制御装置 4 は、目標流量が減少したときは、コンプレッ

サ 2 4 の吐出量（モータの回転数）を低減するように制御信号を生成しコンプレッサ 2 4 に送信する。この際、流量センサ Q の検出信号と目標流量の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【 0 0 4 0 】

(2) 温度制御（通常モード）について、制御装置 4 は、燃料電池 1 のカソード極側入口に供給される供給空気 A の温度が 6 0 ～ 7 5 ℃ の目標温度になるように、温度センサ T 1 からの検出信号に基づいて、圧力制御弁 2 5 の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置 4 は、目標温度よりも供給空気 A の温度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、圧力制御弁 2 5 の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出圧が低くなり、排出空気 A e （吐出ガス）の温度が低下する。そして、熱交換器 2 2 での熱交換量が減り、供給空気 A の温度が低下する。一方、制御装置 4 は、目標温度よりも供給空気 A の温度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、圧力制御弁 2 5 の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出圧が高くなり排出空気 A e の温度が上昇する。そして、熱交換器 2 2 での熱交換量が増し、供給空気 A の温度が上昇する。この際、温度センサ T 1 の検出信号と目標温度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。なお、コンプレッサ 2 4 は、圧力制御弁 2 5 の開度にかかわらず、目標流量の供給空気 A を燃料電池 1 に供給すべく動作する。

【 0 0 4 1 】

ちなみに、フェイルアンドセーフ機構として、制御装置 4 は、温度センサ T 2 の検出信号が所定値以上（1 5 0 ℃ 以上）になると、コンプレッサ 2 4 などを保護すべく、圧力制御弁 2 5 の開度を増加する制御信号、及び／又はコンプレッサ 2 4 の吐出量を低減する制御信号を生成し送信する。これにより、コンプレッサ 2 4 の吐出側の温度が下がり、コンプレッサ 2 4 などが保護される。

【 0 0 4 2 】

なお、図 3 の温度上昇特性を説明する図は、コンプレッサ 2 4 の圧力比（ $P_1 \sim P_5$ = 吐出圧／吸入圧）と排出空気 A e の流量とコンプレッサ 2 4 の吐出側の

排出空気A eの温度の関係を示すものである（圧力比は $P_5 > P_4 > P_3 > P_2 > P_1$ である）。この図から解るように、コンプレッサ24の圧力比を高めることで、コンプレッサ24の吐出側の排出空気A eの温度を高めることができ、この際、排出空気A eの流量はあまり影響しない。つまり、圧力制御弁25により排出空気A eの温度を制御することができるのが解る。ここで、図3に記載の目標温度は、コンプレッサ24の吐出側の排出空気A e（吐出ガス）の目標とする最低温度である。通常の運転（暖機）は、この目標温度以上の温度で行われる。

【0043】

(3) 湿度制御について、制御装置4は、燃料電池1のカソード極側入口に供給される供給空気Aの湿度が目標湿度になるように、湿度センサHからの検出信号に基づいて、加湿器23のニードル弁の開度をステッピングモータにより制御する。具体的には、制御装置4は、目標湿度よりも供給空気Aの湿度が上昇したとき（上昇しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が減少するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が減少し、供給空気Aの湿度が低下する。一方、制御装置4は、目標湿度よりも供給空気Aの湿度が低下したとき（低下しそうになったとき）は、ニードル弁の開度が増加するようにステッピングモータを駆動する制御信号を生成し送信する。これにより、ニードル弁を通流する水の量が増加し、供給空気Aの湿度が上昇する。この際、湿度センサHの検出信号と目標湿度の偏差がゼロになるようにフィードバック制御が行われる。

【0044】

(4) 流路切替制御について、制御装置4は、自動車のイグニッションスイッチがONになって燃料電池システムFCSを始動する際に始動モードになる。制御装置4が始動モードになると、制御装置4は、三方弁26が戻し位置に切り替わるように三方弁26に対して制御信号を生成し送信する（循環サイクルが形成される）。後述するように、始動モードは温度センサT3の検出信号が所定値を越えた場合などに解除され、制御装置4は通常モードに移行する。通常モードに移行する際には、制御装置4は、三方弁26が排出位置に切り替わるように三方弁26に対して制御信号を生成し送信する。なお、燃料電池1からの排出空気A e

の温度が低い場合（例えば20℃以下の場合）に、自動的に始動モードになるようにしておいてもよい。

【0045】

次に、前記説明した第1実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS1の始動モードにおける動作の一例を、図4を参照して詳細に説明する（適宜図1～図3を参照）。

ここで、図4は、燃料電池用ガス供給装置の始動モードにおける制御フローである。なお、暖機時の供給ガスAの目標温度も60℃（下限目標温度）～75℃（上限目標温度）である。

【0046】

始動モードでは、制御装置4は、空気供給装置2の三方弁26を戻し位置にして循環サイクルを形成する（S1）。次に、コンプレッサ24を所定の回転数（3000rpm）で運転し、圧力制御弁25の開度を所定値に設定する（S2，S3）。圧力制御弁25は、コンプレッサ24の吐出圧が40kPaGになるように設定される。これにより、燃料電池1の暖機が開始される。また、水の有効利用が図られる。なお、この時点では、燃料電池1は発電を行っていない。ちなみに、図1のc点における圧力はb点における圧力よりも低いので、c点からの供給空気Aはa点には流れないで、b点からの排出空気Aeがa点へ流れ込む（b点の圧力>c点の圧力>a点の圧力）。

【0047】

燃料電池1のカソード極側出口の排出空気Aeの温度が20℃未満か否かを判断する（S4）。20℃以上であれば暖機が終了した（暖機は不要）と判断できるので、通常モードを実行する（S5）。なお、通常モード実行の際には、燃料電池1の発電を開始すると共に、空気供給装置2の三方弁26を排出位置にする。ちなみに、発電を開始すると酸素及び水素が消費される。

【0048】

一方、ステップS4において、排出空気の温度が20℃未満ならば暖機が継続されるが、この際、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度が下限目標温度である60℃未満か否かを判断する（S6）。60℃未満ならば圧力制御弁2

5を1deg閉める(S7)。そして、一定時間(数秒)置く(S8)。これにより、排出空気Ae(吐出ガス)の温度が上昇すると共に供給空気Aの温度も上昇し、暖機が迅速に行われる。なお、ステップS9で、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が130℃を越えているか否かを判断し、130℃以下であれば問題がないのでステップS4に戻って暖機を継続する。コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が130℃を越えている場合は、圧力制御弁25を5deg開け、一定時間(数秒)置く(S10, S11)。これにより、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が低下するが、ステップS12で該温度を実際に判断し、低下していればステップS9に戻り処理を継続する(ステップS4に戻ってもよい)。

【0049】

ステップS12で、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度がなおも上昇している場合(あるいは150℃〔所定上限温度〕以上になっている場合)は、ステップS17に移行しフェイルアンドセーフアクションを実行し、圧力制御弁25を全開にすると共に、コンプレッサ24を停止し(S17, S18)、警告灯を点灯して異常を乗員に知らせる。圧力制御弁25の異常などが考えられるからである。

【0050】

ところで、ステップS6において、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aeの温度が60℃以上である場合は、燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度が上限目標温度である75℃を越えているか否かを判断し(S13)、75℃以下であれば適温なのでステップS4に戻り処理を継続する。

【0051】

一方、ステップ13において供給空気Aの温度が75℃を越える場合は、圧力制御弁25を5deg開け、一定時間(数秒)置く(S14, S15)。これにより、コンプレッサ24の吐出側の排出空気Aeの温度が低下すると共に燃料電池1のカソード極側の供給空気Aの温度も低下するが、ステップS16で該温度を実際に判断し、低下していればステップS9に戻り処理を継続する(ステップS4に戻ってもよい)。供給空気Aの温度がなおも上昇している場合(あるいは

150℃〔所定上限温度〕以上になっている場合は、前記したように機器類の異常などが考えられるので、フェイルアンドセーフアクションを実行し、圧力制御弁25を全開にすると共に、コンプレッサ24を停止し（S17, S18）、警告灯を点灯して異常を乗員に知らせる。なお、コンプレッサ24を停止しない場合でも、圧力制御弁25を全開にすると、前記の通り排出空気Aeの温度は低下する。ちなみに、圧力制御弁25を急速に全開にすると、排出空気Aeの温度も急速に低下する。

【0052】

このように始動モードと通常モードで三方弁26を切り替え、始動モードで排出空気Aeを供給空気Aとして再び燃料電池1に戻すことで、コンプレッサ24での断熱圧縮による熱を無駄なく利用して燃料電池1を迅速に暖機することができる。また、燃料電池1の内部に蓄えられた水分を有効利用することができる。なお、加湿器23は、水を噴霧する手段を採用したが、水透過型の中空糸膜などを利用する手段を採用したものでもよい。ちなみに、説明を省略したが、水素供給装置3についても温度制御及び湿度制御を行う構成としてもよい。

【0053】

〔第2実施形態〕

次に、第2実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。なお、第1実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図5は、第2実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【0054】

図5に示すように、第2実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS2は、熱交換器を含まない構成になっている（他の部分は第1実施形態と同じ）。この構成でも、第1実施形態と同様に、コンプレッサ24による断熱圧縮で生じた熱を有効利用できると共に、水分も有効利用することができる。なお、三方弁26の後段（排出側）に熱交換器を設け、通常モードで、排出空気Aeと供給空気Aを熱交換する構成としてもよい。

【 0 0 5 5 】

〔第 3 実施形態〕

次に、第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を説明する。なお、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同一性のある要素・部材などについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

ここで、図 6 は、第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【 0 0 5 6 】

第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置 G S 3 では、加湿器 2 3 は、図示しない中空糸膜を使用した水透過膜型加湿器を使用する。中空糸膜は、中空通路を有する直径 1 ～ 2 m m、長さ数十 c m の中空繊維である。この加湿器 2 3 は、中空糸膜を数千本束ねてそれぞれ中空容器に収容した 2 本の中空糸膜モジュール、この 2 本の中空糸膜モジュールを並列に接続する配管、供給空気 A の流量や湿度に応じて 2 本の中空糸膜モジュールを切り替えて使用するための電磁弁や電磁弁コントローラなどの切替手段などから構成される（以上図示外）。なお、電磁弁コントローラは、制御装置 4 に含まれるものとする。

【 0 0 5 7 】

各中空糸膜モジュールにおける中空糸膜の充填率は、中空容器の断面積に対して 4 0 ～ 6 0 % である。この中空糸膜モジュールは、中空糸膜の中空通路の一端から排出空気 A e が通流して他端から抜き出されるようになっている。また、中空糸膜モジュールは、中空糸膜同士の隙間に供給空気 A が通流して抜き出されるようになっている。つまり、中空糸膜モジュールは、中空糸膜により供給空気 A と排出空気 A e が混合しないようになっている。その一方、中空糸膜は、その内表面から外表面に達する口径数 n m（ナノメートル）の微細な毛管を多数有し、毛管中では、蒸気圧が低下して容易に水分の凝縮が起こるようになっている。そして、凝縮した水分は、毛管現象により吸い出されて中空糸膜を透過する。したがって、中空通路に燃料電池 1 で生成した水分を多量に含んだ排出空気 A e を通流すると、水分が中空通路の内表面で凝縮し、毛管現象により吸い出され、中空糸膜の外表面に到達し、この水分により中空糸膜同士の隙間を通流する相対的に

乾燥した供給空気Aが加湿される。ちなみに、中空通路側に供給空気Aを通流し、中空糸膜同士の隙間に排出空気Aeを通流する構成でもよい。

【0058】

加湿器23は、切替手段により、供給空気Aの流量が少ないときは、中空糸膜モジュールを1本のみ使用するように切替駆動され、供給空気Aの流量が多いときは、中空糸膜モジュールを2本とも使用するように切替駆動される。このように、切替駆動されるのは、中空糸膜モジュールは、供給空気A及び排出空気Aeの流量が少なすぎても多すぎても加湿性能が低下するという加湿特性を有するからである。中空糸膜モジュールを切り替えるタイミングなどは、流量センサQからの検出信号及び湿度センサHからの検出信号により決定される。

【0059】

なお、中空糸膜を使用したこの加湿器23は、供給空気Aと排出空気Aeが保有する熱を交換する熱交換器の役割を有する。したがって、第2実施形態では、第1実施形態のように独立した熱交換器を有しない。

【0060】

この第3実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS3は、熱交換及び加湿の部分だけが第1実施形態と異なり、他の部分は同じであるので、第1実施形態と同様、三方弁26を切り替えるという簡単な構成により、燃料電池1の暖機を迅速に行なうことができる。なお、この第3実施形態の燃料電池用ガス供給装置GS3は、通常モードにおいて、燃料電池1のカソード極側から排出される多量の水分を含んだ排出空気Aeの水分を有効に活用することができるので、加湿用の水を蓄えておく必要がなくなったり、蓄えておく量を最低限にすることができる。また、中空糸膜により、供給空気Aの加湿を均質に行うことができる。

【0061】

なお、本発明は、前記した発明の実施の形態に限定されることなく、広く変形実施することができる。

例えば、水素供給装置は、水素タンクから燃料電池に水素を供給する構成としたが、メタノールなどの液体原燃料を改質器により改質して水素リッチな燃料ガスを製造し、これを燃料電池に供給する構成としてもよい。また、排出水素を循

環使用する・しないにかかわらず、本発明を水素供給装置側に適用してもよい。また、第 1 実施形態及び第 2 実施形態の加湿装置は、2 流体ノズルなどを使用したものでも、超音波を利用したものでもよい。また、第 3 実施形態の水透過膜も中空糸膜に限定されることはない。また、コンプレッサもスーパーチャージャやターボチャージャのようにタービンを回転させるものではなく、レシプロ式のものでもよい。また、圧力制御弁をコンプレッサと熱交換器の間に設ける構成として、コンプレッサの断熱圧縮により発生した熱を利用してもよい。

なお、始動モードの間、燃料電池で発電を行ってもよいし、発電を行わなくともよい。燃料電池は、発電を行わなければ（アノード電極で発生した電子がカソード電極に移動しないようにすれば）、酸素及び水素が消費されることはない。ちなみに、始動モードで発電を行うようにすれば、燃料電池が熱を発生し、燃料電池の暖機に少なからず貢献する（但し暖機が充分に行われていない状況では発電効率は低く発熱も少ない）。また、始動モードの終了を、温度ではなくタイマを設けて時間で判断してもよい。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上説明した本発明のうち請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池の状態に応じて排出ガスを燃料電池に供給する供給ガスに戻すことで、燃料電池の内部などに残存する水分を有効利用することができる。また、暖機を迅速に行なうことができ、寒冷地において使用される燃料電池システムに好適に適用することができる。また、電気自動車用の燃料電池システムに好適に適用することもできる。

【 0 0 6 3 】

また、本発明のうち請求項 2 に記載の発明によれば、排出ガスの温度に応じて行うので、燃料電池に暖機が必要か否かや燃料電池の暖機が終了したか否かなどを確実に判断することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明のうち請求項 3 に記載の発明によれば、排出ガス圧送手段の断熱圧縮により発生する熱で、迅速な燃料電池の暖機を確実に行うことができる。

【 0 0 6 5 】

また、本発明のうち請求項 4 に記載の発明によれば、排出ガス圧送手段の圧力を制御することで排出ガスの温度上昇幅を設定することが可能になる。

【0066】

また、本発明のうち請求項 5 に記載の発明によれば、供給ガスの温度に応じて排出ガス圧送手段の下流側の圧力を制御することで、燃料電池に供給される供給ガスを適切な温度とすることが可能になる。

【0067】

また、本発明のうち請求項 6 に記載の発明によれば、目標温度と比較することで、燃料電池に適切な温度の供給ガスを供給することが可能になる。

【0068】

また、本発明のうち請求項 7 に記載の発明によれば、排出ガス圧送手段から下流側へ吐出される吐出ガス（排出ガス）の圧力を制御することで、吐出ガスの温度上昇に対してのフェイルアンドセーフアクションなどを確実に行うことができる。

【0069】

また、本発明のうち請求項 8 に記載の発明によれば、吐出ガス（排出ガス）の温度上昇に対してのフェイルアンドセーフアクションを一層確実に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図 2】 図 1 の燃料電池の構成を模式化した説明図である。

【図 3】 図 2 のコンプレッサにおける温度上昇特性を説明するグラフである。

【図 4】 第 1 実施形態の燃料電池用ガス供給装置の始動モードにおける制御フローである。

【図 5】 第 2 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システムの全体構成図である。

【図 6】 第 3 実施形態の燃料電池用ガス供給装置を含む燃料電池システム

の全体構成図である。

【符号の説明】

G S (G S 1, G S 2, G S 3) … 燃料電池用ガス供給装置

F C S … 燃料電池システム

A … 供給空気 (供給ガス)

A e … 排出空気 (排出ガス)

1 … 燃料電池

2 … 空気供給装置

2 2 … 熱交換器 (熱交換手段)

2 4 … コンプレッサ (排出ガス圧送手段)

2 5 … 圧力制御弁 (圧力制御手段)

2 6 … 三方弁

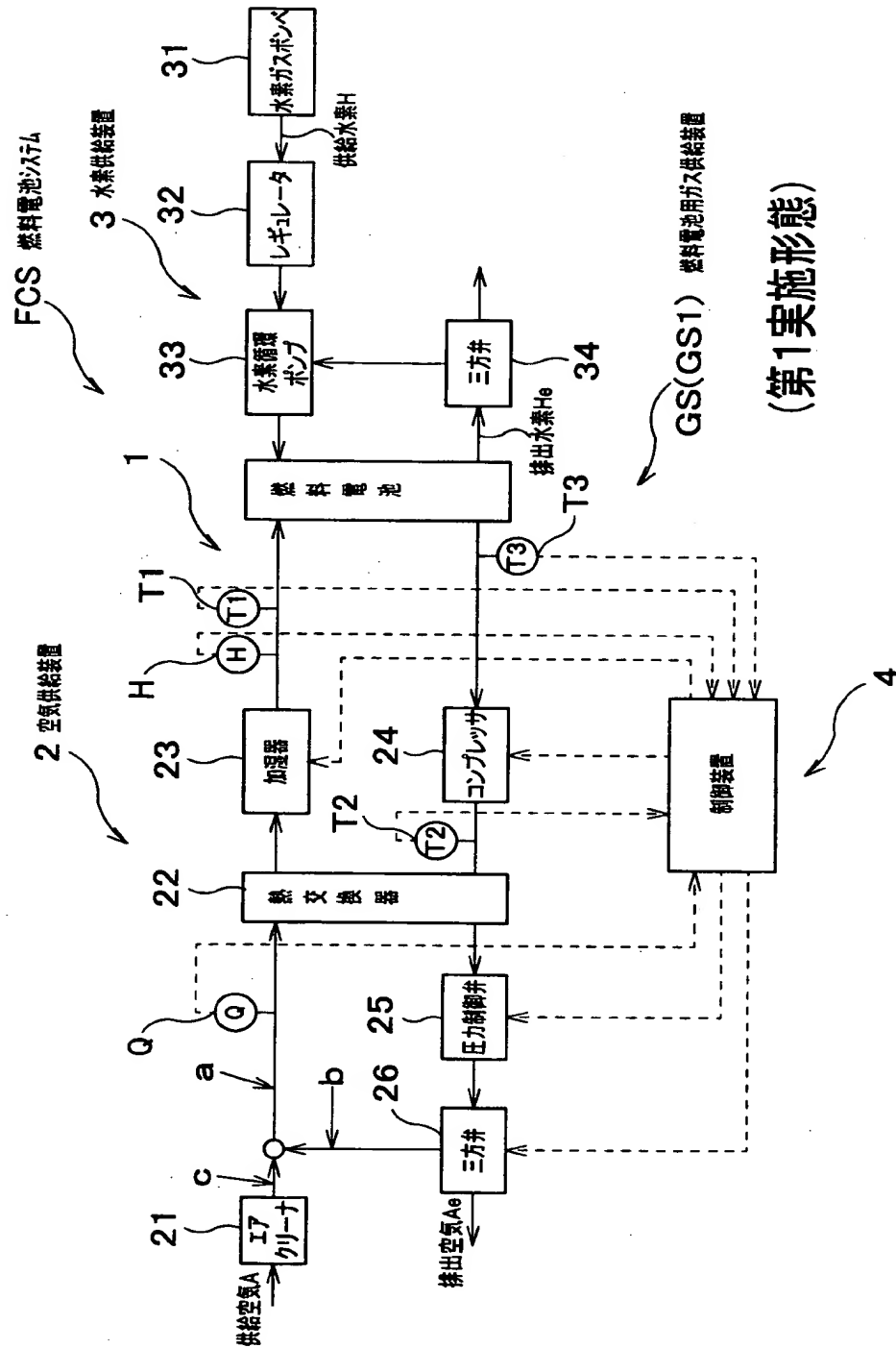
3 … 水素供給装置

4 … 制御装置

【書類名】

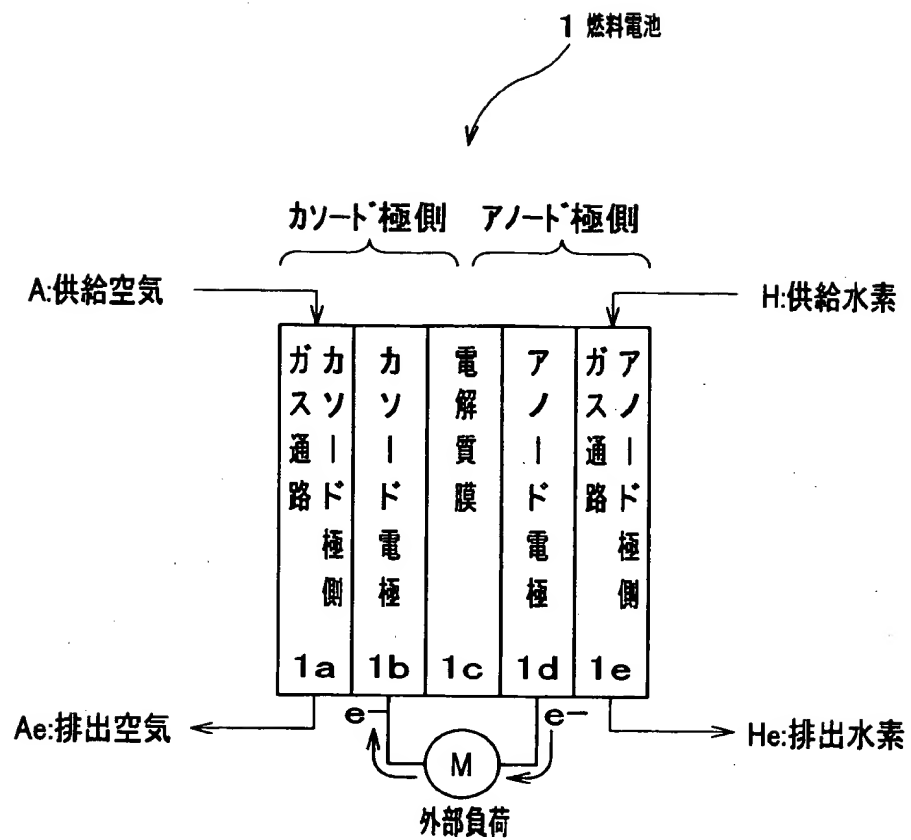
図面

【図 1】

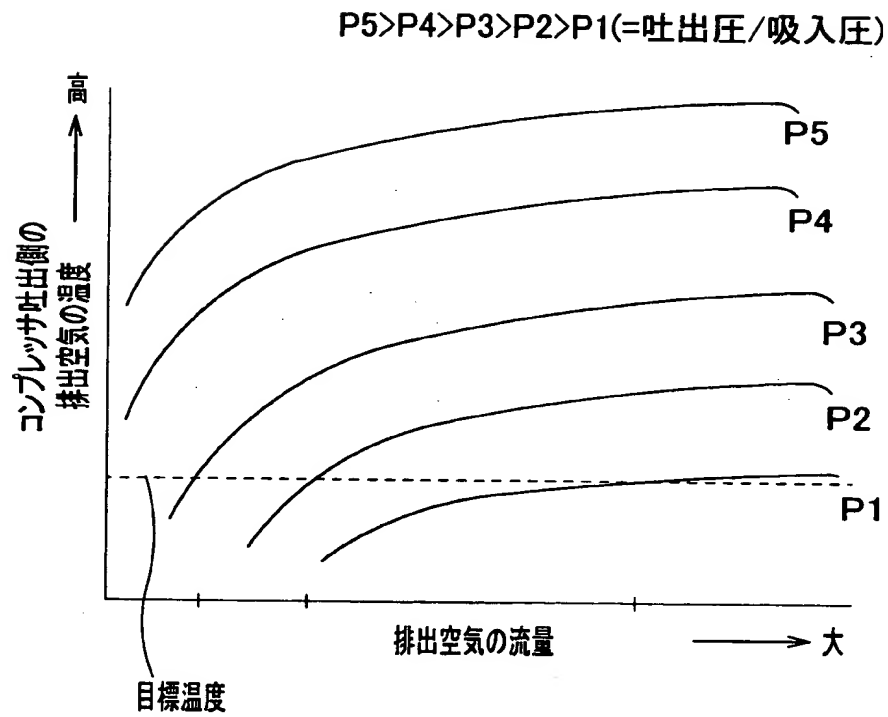


(第1実施形態)

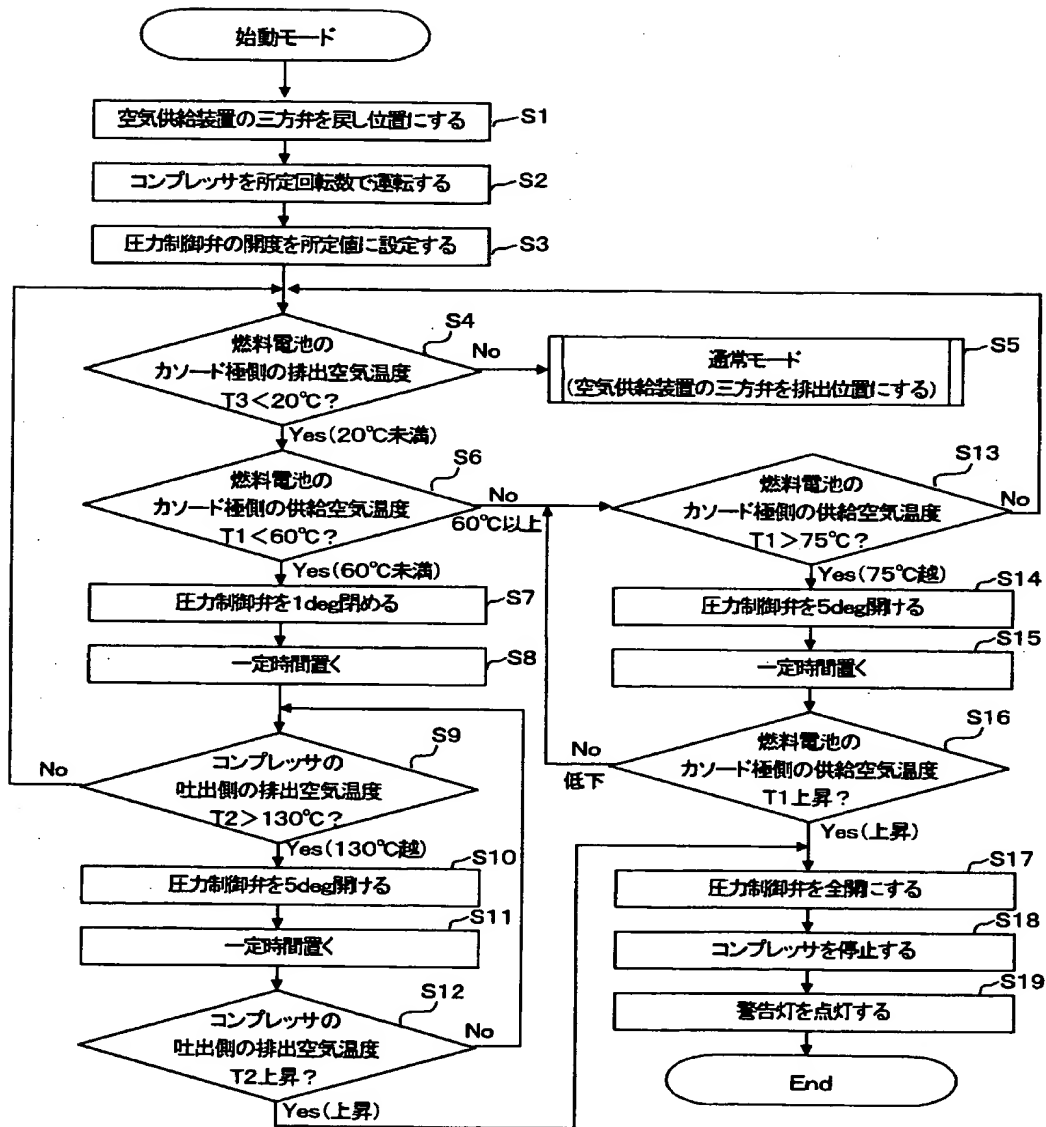
【図 2】



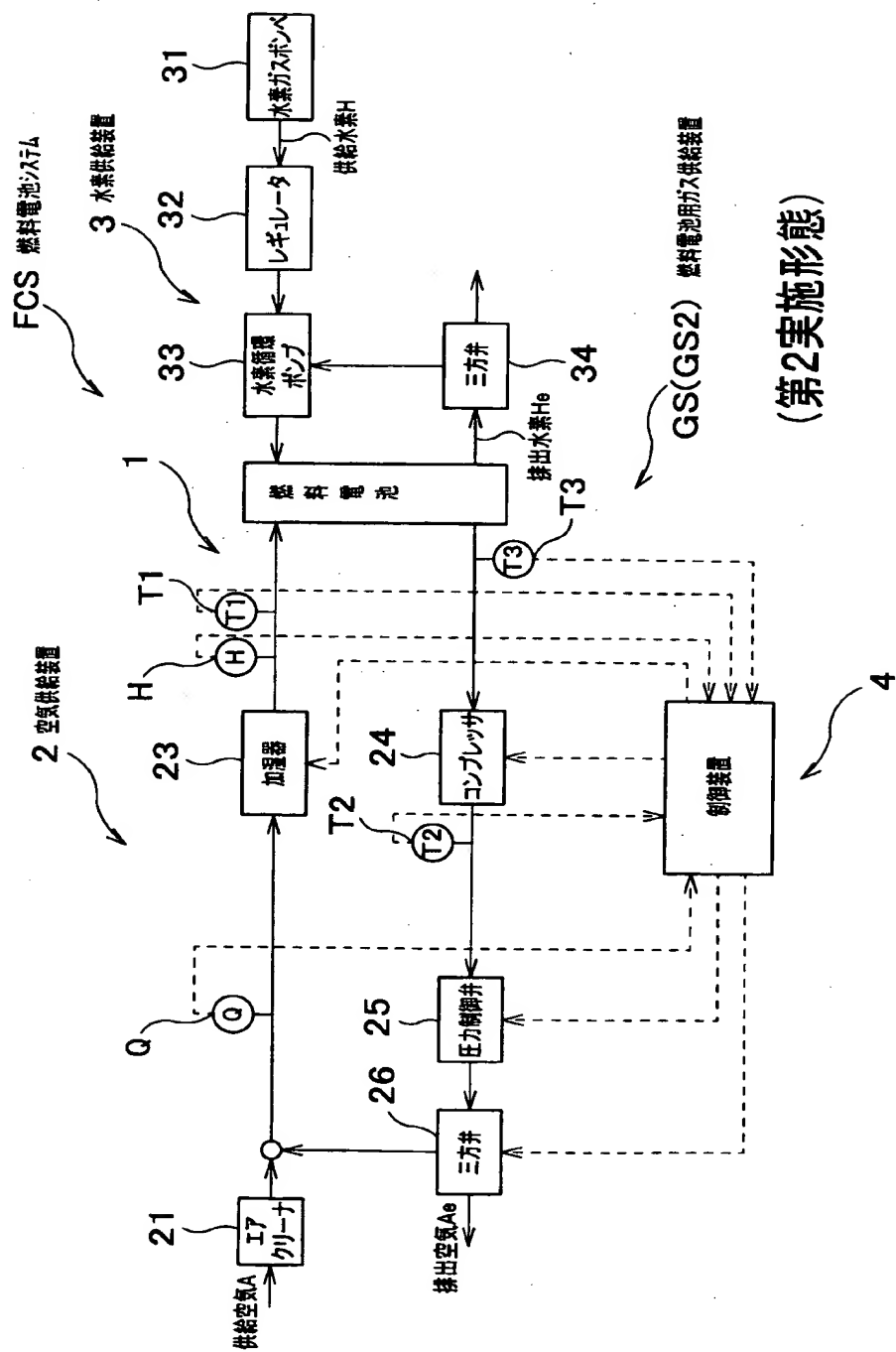
【図 3】



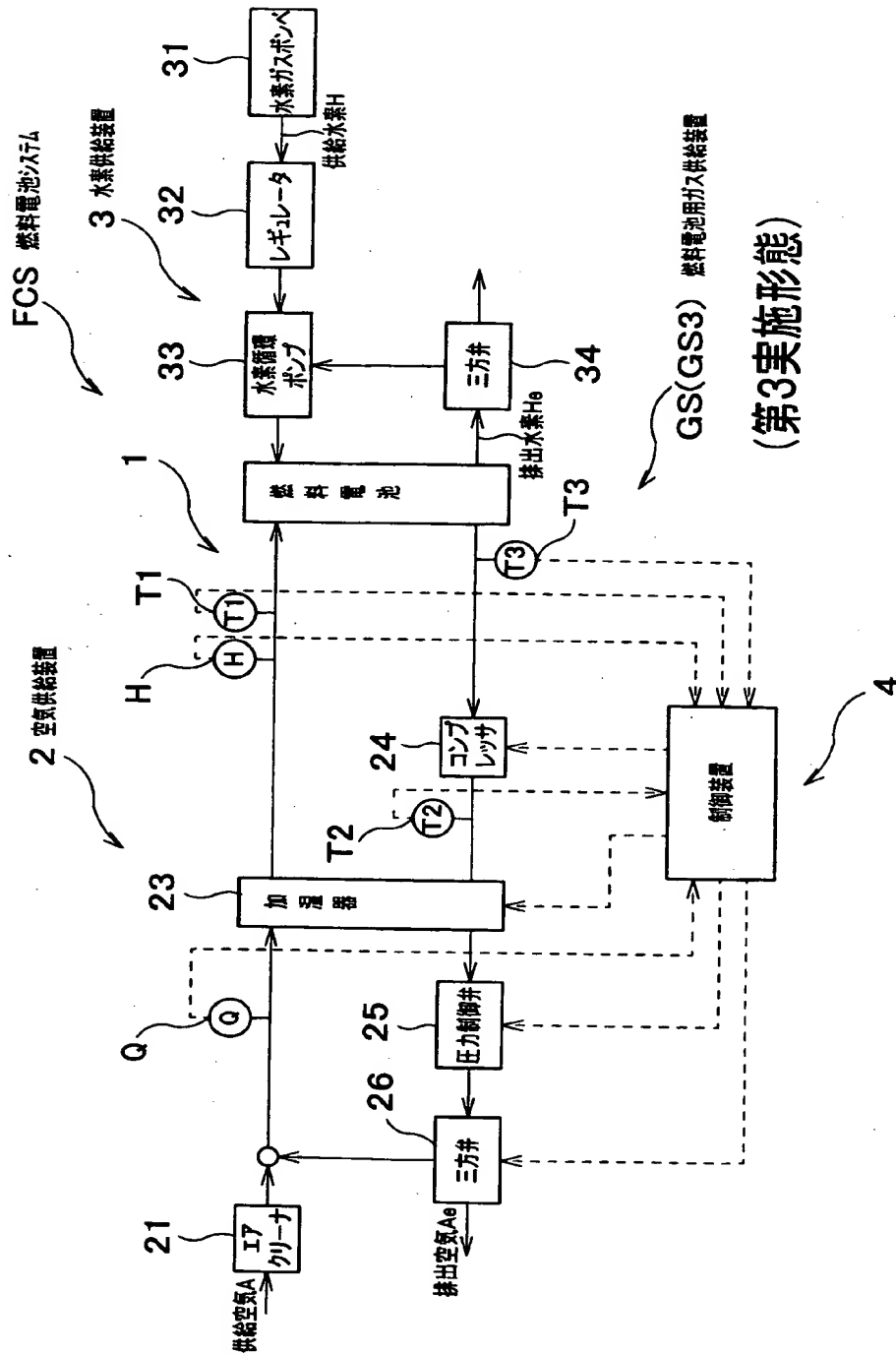
【図 4】



【図 5】



【図6】



【書類名】 要約書

【課題】 燃料電池の暖機を迅速に行うことができると共に、燃料電池が蓄えている水を有効利用することのできる燃料電池用ガス供給装置を提供すること

【解決手段】 燃料電池 1 に供給する供給空気 A と該供給空気 A を前記燃料電池 1 で利用した後に排出空気 A e として排出する燃料電池用ガス供給装置 G S に、前記排出空気 A e を前記燃料電池 1 の状態に応じて前記供給空気 A に戻す三方弁を備えた。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社